

93929



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 50 286 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 196 50 286.1
㉔ Anmeldetag: 4. 12. 96
㉕ Offenlegungstag: 4. 9. 97

㉙ Int. Cl.⁶:
B 32 B 7/00
B 32 B 15/08
B 32 B 27/18
B 32 B 27/28
B 32 B 27/32
B 32 B 27/34
B 32 B 27/36
B 32 B 29/00
B 32 B 9/04
B 32 B 33/00
// B65D 65/40

DE 196 50 286 A 1

㉞ Innere Priorität:

196 07 524.6 28.02.96

㉚ Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

㉛ Vertreter:

PFENNING MEINIG & PARTNER, 80336 München

㉚ Erfinder:

Utz, Helmar, Dr., Koppigen, CH; Amberg-Schwab,
Sabine, Dr., 97250 Erlabrunn, DE; Shottner, Gerhard,
Dipl.-Chem., 91560 Heilsbronn, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉜ Barrierschichten

㉜ Die Erfindung betrifft Verbundsysteme mit ausgezeichneten Barriereigenschaften gegenüber Gasen und Wasserdampf. Derartige Verbundsysteme lassen sich beispielsweise bei der Verpackung von Lebensmitteln oder als technische Membranen einsetzen. Die hervorragende Sperrwirkung wird dadurch erreicht, daß auf einem Trägermaterial, welches beispielsweise aus biologisch abbaubaren Polymeren bestehen kann, mindestens zwei Schichten angeordnet sind. Mindestens eine dieser Schichten besteht aus einem organisch-anorganischen Hybridpolymer (ORMOCER), mindestens eine weitere Schicht aus einem weiteren Barriermaterial oder aus einem Trägermaterial.

DE 196 50 286 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verbundsysteme aus Trägermaterialien und mindestens einer darauf aufgetragenen Barrierschicht mit einer Sperrwirkung gegenüber Gasen und Wasserdampf sowie ein Verfahren zur Herstellung entsprechender Verbundsysteme. Derartige Verbundsysteme können beispielsweise im Verpackungsbereich (z. B. in Form von Folien, Platten oder Form- und Hohlkörpern) aber auch für technische Anwendungen (z. B. als Membranen oder Schutzschichten für Sensoren) eingesetzt werden.

Gegenwärtig werden als Barrierematerialien zumeist Metalle (z. B. Aluminium oder Weißblech), Glas, Polymere (z. B. EVOH oder PVDC), mit dünnen metallischen oder oxidischen Schichten bedampfte Polymere oder entsprechende Materialkombinationen eingesetzt. Polymere zeichnen sich gegenüber Glas und Metallen durch ihr geringes Gewicht und durch die geringen benötigten Materialmengen aus, weswegen sie vor allem im Verpackungsbereich vielfach Einsatz finden. Andererseits eignen sich Polymere aufgrund ihres strukturellen Aufbaus und der damit verbundenen Permeabilität für Gase und Wasserdampf nicht für Anwendungen, die besonders hohe Anforderungen bezüglich der Barriereigenschaften stellen. Insbesondere die unter ökologischen Gesichtspunkten zunehmend an Bedeutung gewinnenden nachwachsenden Polymere weisen eine vergleichsweise hohe Gasdurchlässigkeit und äußerst unzureichende Sperreigenschaften gegenüber Wasserdampf auf. Ihnen bleiben deshalb viele Anwendungsgebiete verschlossen.

Aufgrund der meist ungenügenden Sperrwirkung gegenüber Gasen und Wasserdampf werden Polymere oft im Verbund mit anderen Materialien eingesetzt. So lassen sich beispielsweise durch das Aufbringen dünner Schichten aus Aluminium, Aluminiumoxid oder Siliziumoxid die Barriereigenschaften von Polymeren zwar erheblich verbessern, die Permeationsraten bleiben aber für viele Anwendungen weiterhin zu hoch und können mit konventioneller Meßtechnik erfaßt werden (Sauerstoffdurchlässigkeit $> 0.05 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \text{ d bar})$). Darüber hinaus weisen nachwachsende Polymere auch nach der Beschichtung im Vergleich zu beschichteten Standardpolymeren wie beispielsweise Polyethylen oder Polypropylen um ein Vielfaches höhere Permeationsraten auf. Da die aufgedampften Schichten sehr empfindlich gegenüber mechanischen Beanspruchungen sind, ist es zumeist erforderlich, die beschichteten Substrate beispielsweise mit einer Folie zu kaschieren.

Seit längerer Zeit ist es bekannt, kratzfeste Beschichtungsmaterialien durch hydrolytische Polykondensation eines organofunktionellen Silans z. B. mit einer Aluminiumverbindung und gegebenenfalls anorganischen Oxidkomponenten herzustellen (z. B. DE OS 38 28 098 A1). Derart synthetisierte Hybridpolymere (sog. ORMOCERe) weisen sowohl anorganische wie auch organische Netzwerkstrukturen auf. Der Aufbau der anorganischen silikatischen Netzwerkstruktur erfolgt im Sol-Gel-Prozeß (z. B. C. J. Brinker, G. W. Scherer, Sol-Gel-Science; The physics and chemistry of Sol-Gel-Processing, Academic Press, Inc., New York, 1989) über die gesteuerte Hydrolyse und Kondensation von Alkoxysilanen. Indem zusätzlich Metallalkoxide in den Sol-Gel-Prozeß einbezogen werden, läßt sich das silikatische Netzwerk gezielt modifizieren. Durch Polymerisation von organofunktionellen Gruppen, welche durch die Organoalkoxylane in das Material eingebracht werden,

wird zusätzlich ein organisches Netzwerk aufgebaut. Reaktive Methacrylat-, Epoxy- oder Vinylgruppen werden durch thermische oder photochemische Induktion polymerisiert. Die auf diese Weise hergestellten ORMOCERe können mittels herkömmlicher Applikationstechniken (Sprühen, Streichen, usw.) auf das zu beschichtende Medium aufgetragen werden. Trotz brauchbarem Benetzungsverhalten und guter Schichthaftung kann auch durch einen Verbund aus einer ORMOCER-Schicht und einer Polymerfolie die hohe Permeabilität vieler Polymere und insbesondere nachwachsender Polymere nicht in dem Maße reduziert werden, wie es beispielsweise bei der Verpackung von Lebensmitteln erforderlich wäre.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Trägermaterialien derart zu beschichten daß sie für Gase und Wasserdampf weitestgehend undurchlässig werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß von Verbundsystemen mit den in Anspruch 1 angegebenen kennzeichnenden Merkmalen und in verfahrenstechnischer Hinsicht durch Anspruch 21 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen erfindungsgemäßer Verbundsysteme ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ein Verbundsystem basierend auf einem Trägermaterial, auf welchem gemäß Anspruch 1 in beliebiger Reihenfolge mindestens zwei Schichten angeordnet sind, von denen mindestens eine Barrierschicht anorganisch-organischen Hybridpolymere enthält (ORMOCER-Schicht) und mindestens eine weitere Schicht Trägermaterial oder anderes Barrierematerial enthält, weist im Vergleich zum ursprünglichen Trägermaterial oder zum einfach beschichteten Trägermaterial eine um ein Vielfaches geringere Permeabilität auf.

Erfindungsgemäße Verbundsysteme weisen eine hohe Sperrwirkung gegenüber Gasen und Wasserdampf auf. Insbesondere können überraschenderweise selbst die Permeationsraten von nativen Polymeren in einem solchen Maße reduziert werden, daß diese sich gegenüber Gasen und Wasserdampf als weitestgehend undurchlässig erweisen. Nativen Polymeren werden somit neue Einsatzgebiete erschlossen.

Wird eine $1 \mu\text{m}$ bis $15 \mu\text{m}$ dicke ORMOCER-Schicht auf ein mit einer ein Metall und/oder ein Metalloxid und/oder einen Halbleiter enthaltenden Barrierschicht beschichtetes Trägermaterial aufgebracht, so läßt sich neben der Barrierewirkung des Verbundsystems auch die mechanische Stabilität der zuerst applizierten Schichten drastisch verbessern. Die ORMOCER-Schicht übernimmt somit gleichzeitig die Funktion einer mechanischen Schutzschicht, welche weitere Verfahrensschritte wie Lackieren oder Kaschieren überflüssig machen kann. Aus diesem Grund wird es sich zumeist als zweckmäßig erweisen, die ORMOCER-Schicht als abschließende Schicht auf das bereits anderweitig beschichtete Trägermaterial aufzubringen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, eine ORMOCER-Schicht direkt auf das Trägermaterial aufzubringen. Anschließend können weitere Barrierschichten (z. B. eine Siliziumoxidschicht) und/oder eine weitere Trägermaterialschicht appliziert werden. So können beispielsweise die Siliziumoxid-Seiten zweier beschichteter Trägermaterialien oder die Siliziumoxid-Seite eines beschichteten und ein unbeschichtetes Trägermaterial auf einer konventionellen Kaschieranlage mit ORMOCER als Kaschierkleber kombiniert werden.

Überraschenderweise weist aber auch bereits ein

Verbund aus zwei Trägermaterialien, beispielsweise Polymerfolien, zwischen welchen eine ORMOCER-Barrierschicht angeordnet ist, hervorragende Sperreigenschaften auf. Die ORMOCER-Schicht kann auch, in diesem Fall als Kaschierkleber dienen.

Werden die Sperreigenschaften von Polymeren durch das Aufbringen einer 100 nm dünnen Barrierschicht aus Siliziumoxid im Durchschnitt um einen Faktor 100 verbessert, so nehmen die Sperreigenschaften dieses Verbundsystems nach der zusätzlichen Applikation und Aushärtung einer ORMOCER-Schicht erstaunlicherweise nochmals um einen Faktor 100 zu. Dieser Sachverhalt verdeutlicht, welche Bedeutung gerade einem zweischichtigen Auftrag zukommt.

Anstelle der Siliziumoxidschicht können auch Metallschichten wie beispielsweise Schichten aus Aluminium oder anderen, aus dem Stand der Technik bekannten Beschichtungsmetallen und/oder Halbleiterschichten wie beispielsweise Schichten aus Silizium und/oder Metalloxidschichten wie beispielsweise Aluminiumoxide, Magnesiumoxide, Ceroxide, Hafniumoxide, Tantaloxide, Titanoxide wie Titandioxid, Titan(3)oxid oder Titanmonoxid, Yttriumoxide oder Zirkonoxide wie Zirkonmonoxid sowie Mischungen dieser Substanzen enthaltende Barrierschichten verwendet werden. Die Metall- und/oder Metalloxid- und/oder Halbleiterschichten weisen typischerweise eine Dicke von 5 nm bis 1000 nm, bevorzugt zwischen 20 nm und 150 nm, auf.

Als Trägermaterialien für erfindungsgemäße Beschichtungen bieten sich sämtliche Polymere (z. B. Polyamid, Polyethylen, Polypropylen oder Polyester) an. Insbesondere kommen biologisch abbaubare Polymere und vor allem native Polymere (Zellglas, eiweiß- oder stärkehaltige Polymere) mit inhärent geringer Barrierewirkung als Trägermaterialien in Frage. Auch Papier, Pappe, beschichtetes Papier oder beschichtete Pappe sind als Trägermaterialien geeignet. Mit der erfindungsgemäßen Beschichtung lassen sich bei dünnen Trägermaterialien (z. B. Folien) mit Dicken im Bereich von ungefähr 5 µm bis 2 mm besonders ausgeprägte Verbesserungen hinsichtlich der Gas- und Wasserdampfdurchlässigkeit erzielen. Als Trägermaterialien kommen aber neben Folien auch Platten, Formkörper, Hohlkörper, Membranen oder Schutzschichten für Sensoren in Frage.

Durch die Verwendung siegelfähiger Trägerschichten oder das Aufbringen siegelfähiger Schichten auf die Verbundsysteme kann eine Versiegelbarkeit der Verbundsysteme gewährleistet werden. Ein Beispiel hierfür wäre eine auf Polypropylen koextrudierte Kopolymerschicht. Die Siegelfähigkeit ist vor allem bei der Verpackung von Lebensmitteln von großer Bedeutung. Auch der Einsatz von orientierten Polymeren, beispielsweise von axial oder biaxial orientiertem Polypropylen, hat sich als vorteilhaft erwiesen.

Erfindungsgemäß beschichteten Kunststoffen, insbesondere nativen Polymeren, eröffnen sich eine große Anzahl neuer Anwendungsgebiete, welche Kunststoffen bislang verschlossen blieben (z. B. Konserven für Lebensmittel). In vielen Bereichen könnte Metall oder Glas durch derart beschichtete Kunststoffe substituiert werden, was eine drastische Gewichtsersparnis bedeutet. Des weiteren lassen sich durch derart beschichtete Kunststoffe im Gegensatz zu Metallen transparente Barrierematerialien herstellen. Auch ist die Realisierung eines siegelfähigen, nahezu sortenreinen Barrierenverbundes möglich (vgl. Ausführungsbeispiel 5).

Durch Art und Anteil des organischen und des anor-

ganischen Netzwerkes sowie über die Netzwerkwandler lassen sich die Barriereigenschaften des ORMOCERs gezielt einstellen. Auf diese Weise können sowohl Benetzungsverhalten und Schichthaftung wie auch die Sperreigenschaften optimiert werden. Die Dicke der applizierten ORMOCER-Schicht beträgt typischerweise 1 µm bis 15 µm. Die Erfindung umfaßt alle bisher im Stand der Technik bekannten ORMOCERs. Auf den Offenbarungsgehalt der DE OS 38 28 098 sowie der DE 43 03 570 wird ausdrücklich Bezug genommen.

Die zusätzliche erfindungsgemäße Beigabe funktionalisierter SiO_2 -Partikel, welche während der ORMOCER-Synthese eingearbeitet und kovalent an das organische Netzwerk angebunden werden, führt zu einer höheren Dichte des anorganischen Netzwerkes. Anstelle von SiO_2 -Partikeln können auch andere Partikel, beispielsweise funktionalisierte Al_2O_3 -Partikel, eingesetzt werden. Die Sperreigenschaften des Verbundsystems lassen sich auf diese Weise noch weiter verbessern.

Erfindungsgemäße Verbundsysteme mit Barriereigenschaften lassen sich herstellen, indem mindestens zwei Schichten auf ein Trägermaterial aufgebracht werden, wobei mindestens eine dieser Schichten eine ORMOCER enthaltende Barrierschicht ist, welche durch Streich-, Sprüh-, Walz-, Schleuder- oder Rakelverfahren aufgebracht und anschließend durch Wärme und/oder photochemische Induktion und/oder thermische Induktion ausgehärtet wird, und mindestens eine weitere Schicht aus einem anderen Barrierematerial oder aus einem Trägermaterial vor oder nach dem Aufbringen der mindestens einen ORMOCER-Schicht appliziert wird.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 die vereinfachte Darstellung eines aminofunktionalisierten SiO_2 -Partikels,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer Polymerfolie mit einer aufgedampften SiO_2 -Schicht und einer ORMOCER-Schutzschicht,

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel eines siegelbaren Verbunds, bestehend aus zwei Polymerfolien mit aufgedampften SiO_x -Schichten und einer ORMOCER-Schicht als Kaschierkleber,

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel eines Folienverbunds aus zwei Polymerfolien, zwischen welchen eine ORMOCER-Schicht als Kaschierkleber angeordnet ist.

Nachfolgend wird die beispielhafte Zusammensetzung zweier geeigneter ORMOCER-Lacke beschrieben.

Beschichtungsmaterial 1

40 mol-% TMOS, 12,5 mol-% $\text{Al}(\text{O}i\text{Bu})_3$

32,5 mol-% GLYMO, 10 mol-% $\text{Zr}(\text{OPr})_4$

5 mol-% AMEO

Dieses Lacksystem wird thermisch bei 130°C ausgehärtet.

Beschichtungsmaterial 2

70 mol-% MEMO, 15 mol-% Methacrylsäure

15 mol-% $\text{Zr}(\text{OPr})_4$

Dieses Lacksystem wird durch photochemische oder thermische Induktion ausgehärtet

Abkürzungen:

TMOS Tetramethoxysilan

GLYMO 3-Glycidoxypropyltrimethoxysilan

AMEO 3-Aminopropyltriethoxysilan

MEMO 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan

Al(OBu^S)₃ Aluminiumtrisekundärbutilat
 Zr(OPr)₄ Zirkontetrapropylat
 BOPP biaxial orientiertes Polypropylen
 PETP Polyethylentheraptalat

In beide Systeme können zur weiteren Verbesserung der Sperreigenschaften während der Lacksynthese zusätzlich ungefähr 1 Massen-% aminofunktorialisierte (Fig. 1) oder methacrylatfunktionalisierte SiO₂-Partikel der Firma Degussa (Aerosil 200) eingearbeitet werden.

Nachfolgend werden einige Ausführungsbeispiele für erfindungsgemäße Verbundsysteme mit Barriereigenschaften beschrieben. Die Siliziumoxidschichten werden z. B. durch Verdampfen von Siliziummonoxid oder mittels Plasma-CVD (chemical vapor deposition) aufgebracht. ORMOCERe können durch konventionelle Lackierverfahren wie beispielsweise Sprühen, Streichen, Walzen oder Schleudern appliziert werden, in den Ausführungsbeispielen kann die Beschichtung mittels einer Rasterwalze erfolgen. Die applizierten ORMOCER-Lacke werden vorzugsweise inline, z. B. durch Wärme oder photochemische Induktion, ausgehärtet.

Ausführungsbeispiel 1

Zunächst wird eine etwa 100 nm dicke SiO_x-Schicht auf eine etwa 20 µm dicke, siegelfähige BOPP-Folie aufgedampft. Anschließend wird die SiO_x-Schicht mit etwa 3 g/m² ORMOCER überlackiert und ausgehärtet (Fig. 2). Die Ausgangsfolie weist bei 23 °C und etwa 75% r.F. eine Sauerstoffdurchlässigkeit von etwa 30 cm³/(m² d bar) auf. Die Sauerstoffdurchlässigkeit der zusätzlich mit ORMOCER beschichteten Folie beträgt < 1 cm³/(m² d bar). Die Folie kann als eine siegelfähige Hochbarriere-Verpackungsfolie verwendet werden.

Ausführungsbeispiel 2

Zunächst wird eine etwa 100 nm dicke SiO_x-Schicht auf eine etwa 12 µm dicke PETP-Folie aufgedampft. Anschließend wird die SiO_x-Schicht mit etwa 3 g/m² ORMOCER überlackiert und ausgehärtet. Die Ausgangsfolie weist bei 23°C und etwa 75% r.F. eine Sauerstoffdurchlässigkeit von etwa 2 cm³/(m² d bar) auf. Die Sauerstoffdurchlässigkeit der zusätzlich mit ORMOCER beschichteten Folie ist mit handelsüblichen Durchlässigkeitsmeßgeräten nicht mehr erfaßbar, d. h. sie beträgt < 0,05 cm³/(m² d bar). Die Folie könnte nach Auftragen eines Sieglacks oder nach Kaschieren gegen z. B. eine Polyethylenfolie als Hochbarriere-Verpackungsfolie verwendet werden.

Ausführungsbeispiel 3

Zunächst wird eine etwa 100 nm dicke SiO_x-Schicht auf eine etwa 20 µm dicke Zellglas-Folie aufgedampft. Anschließend wird die SiO_x-Schicht mit etwa 3 g/m² ORMOCER überlackiert und ausgehärtet (Fig. 2). Die Ausgangsfolie weist bei 23 °C und einem Feuchtegefälle von 0 bis 85% r.F. eine Wasserdampfdurchlässigkeit von etwa 20 g/(m² d) auf. Die Wasserdampfdurchlässigkeit der zusätzlich mit ORMOCER beschichteten Folie beträgt etwa 0,5 g/(m² d). Die Wasserdampfdurchlässigkeit ist damit so gering, daß sie im Gegensatz zu allen bisher bekannten Folien aus nachwachsenden Rohstoffen auch zum Verpacken von sehr feuchteempfindlichen Füllgütern verwendet werden kann.

Ausführungsbeispiel 4

Die beschichteten Seiten zweier mit SiO_x bedampfter Folien (eine 12 µm dicke PETP-Folie und eine 60 µm dicke LDPE-Folie) werden mit ORMOCER als Kaschierkleber auf einer konventionellen Kaschieranlage verklebt (Fig. 3). Der so erhaltene Verbund weist eine Sauerstoffdurchlässigkeit von < 0,05 cm³/(m² d bar) auf, ist siegelfähig und kann z. B. zum Verpacken von Lebensmitteln verwendet werden.

Zur Realisierung eines Barriereverbundsystems mit guten Sperreigenschaften ist es ausreichend, unbeschichtete Polymerfolien, beispielsweise aus PP, PE, oder PET, mit ORMOCERen als Kaschierkleber zu verkleben (Fig. 4). Dazu wird z. B. eine 15 µm dicke PE-Folie mittels ORMOCER mit einer 15 µm dicken PETP-Folie auf einer konventionellen Kaschieranlage verklebt.

Ausführungsbeispiel 5

Die beschichteten Seiten zweier mit SiO_x bedampfter je 20 µm dicker BOPP-Folien (eine Folie aus PP-Homopolymer und die andere eine siegelfähige Dreischicht-Folie) werden mit ORMOCER als Kaschierkleber auf einer konventionellen Kaschieranlage verklebt. Der so erhaltene Verbund ist siegelfähig und nahezu sortenrein, d. h. er enthält abgesehen von den dünnen Barrierschichten nur Polypropylen als Polymer.

Selbstverständlich sind erfindungsgemäße Verbundsysteme nicht auf Folien beschränkt. Auch Platten, Form- und Hohlkörper, Membranen, Schutzschichten für Sensoren oder andere Medien, welche eine gute Barrierewirkung gegenüber Gasen und Wasserdampf aufweisen sollen, bieten sich als Trägermedien für eine erfindungsgemäße Beschichtung an.

Neben Polymeren können erfindungsgemäße Barrierschichten auch auf Pappe, Papier, beschichteter Pappe oder beschichtetem Papier aufgebracht werden. Beispielsweise kann auf Pappe oder Papier zuerst eine ORMOCER-Grundschrift und anschließend eine Metall- oder Metalloxidschicht aufgebracht werden. Als mechanische Schutzschicht würde sich darauf wiederum eine abschließende ORMOCER-Schicht eignen. Auch kann mit einer ORMOCER-Schicht kaschiertes Papier gegen die bedampfte Seite einer Trägerfolie eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verbundsystem aus Trägermaterial und mindestens einer ein Barriermaterial enthaltenden Schicht (Barrierschicht), dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Trägermaterial mindestens zwei Schichten angeordnet sind, wobei mindestens eine Barrierschicht anorganisch-organische Hybridpolymere enthält (ORMOCER-Schicht) und mindestens eine weitere Schicht Trägermaterial oder ein anderes Barriermaterial enthält.
2. Verbundsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf mindestens einer ORMOCER-Schicht, welche auf dem Trägermaterial angeordnet ist, mindestens eine weitere Barrierschicht angeordnet ist.
3. Verbundsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf mindestens einer weiteren

Barriereschicht, welche auf dem Trägermaterial angeordnet ist, mindestens eine ORMOCER-Schicht angeordnet ist.

4. Verbundsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine ORMOCER-Schicht zwischen zwei Trägermaterialien angeordnet ist.

5. Verbundsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine ORMOCER-Schicht als Kaschierschicht zwischen zwei Trägermaterialien angeordnet ist.

6. Verbundsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbundsystem neben mindestens einer ORMOCER-Schicht mindestens eine weitere Barriereschicht, welche ein Metall und/oder ein Metalloxid und/oder einen Halbleiter enthält, umfaßt.

7. Verbundsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das System neben mindestens einer ORMOCER-Schicht mindestens eine weitere Barriereschicht, welche Aluminiumoxide, Magnesiumoxide, Cerioxide, Hafniumoxide, Tantaloxide, Siliziumoxide wie Siliziummonoxid oder Siliziumdioxid, Titanoxide wie Titandioxid, Titan(3)oxid oder Titanmonoxid, Yttriumoxiden, Zirkonoxiden wie Zirkonmonoxid oder Mischungen davon enthält, umfaßt.

8. Verbundsystem nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die ein Metall und/oder ein Metalloxid und/oder einen Halbleiter enthaltende Barriereschicht eine Dicke zwischen 5 nm und 1000 nm aufweist.

9. Verbundsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ORMOCER-Schicht eine Dicke zwischen 1 µm und 15 µm aufweist.

10. Verbundsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in die ORMOCER-Schicht funktionalisierte SiO₂-Partikel oder funktionalisierte Al₂O₃-Partikel eingearbeitet sind.

11. Verbundsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus Papier, Pappe, beschichtetem Papier oder beschichteter Pappe besteht.

12. Verbundsystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus polymerem Material besteht.

13. Verbundsystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus Polyamid, Polyethylen, Polypropylen oder Polyester besteht.

14. Verbundsystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus mindestens einem biologisch abbaubaren Polymer besteht.

15. Verbundsystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus mindestens einem nativen Polymer besteht.

16. Verbundsystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus Zellglas, einem stärke- oder einem eiweißhaltigen Material besteht.

17. Verbundsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial Folien, Platten, Formkörper,

Hohlkörper, Membranen oder Schutzschichten für Sensoren sind.

18. Verbundsystem nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial eine Folie mit einer Dicke zwischen 5 µm und 2 mm ist.

19. Verbundsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus einem orientierten Polymer besteht.

20. Verbundsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial siegelfähig ist und/oder mit einer siegelfähigen Schicht versehen ist.

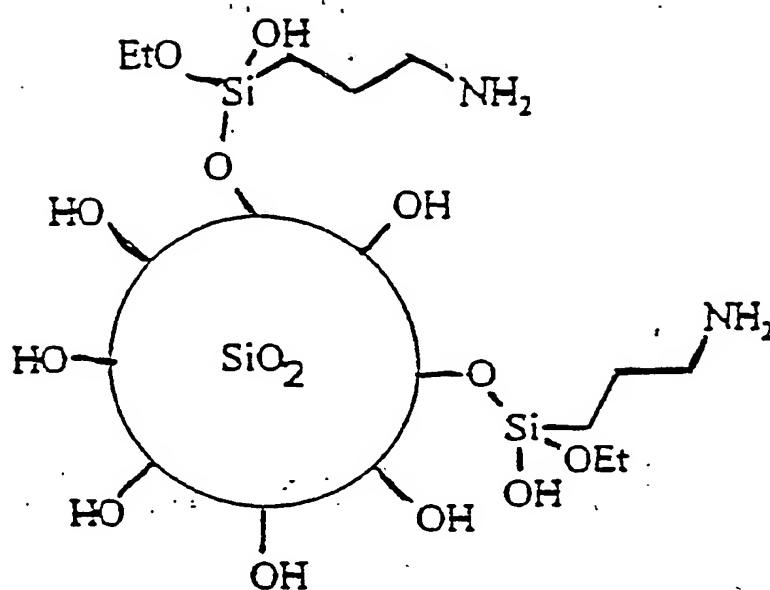
21. Verfahren zur Herstellung von Verbundsystemen mit Barriereigenschaften, dadurch gekennzeichnet,

daß mindestens zwei Schichten auf mindestens ein Trägermaterial aufgebracht werden, wobei mindestens eine dieser Schichten eine ORMOCER enthaltende Barriereschicht ist, welche durch Streich-, Sprüh-, Walz-, Schleuder- oder Rakelverfahren aufgebracht und anschließend durch Wärme und/oder photochemische Induktion und/oder thermische Induktion ausgehärtet wird, und mindestens eine weitere Schicht aus einem anderen Barrierematerial oder aus einem Trägermaterial vor oder nach dem Aufbringen der mindestens einen ORMOCER-Schicht appliziert wird.

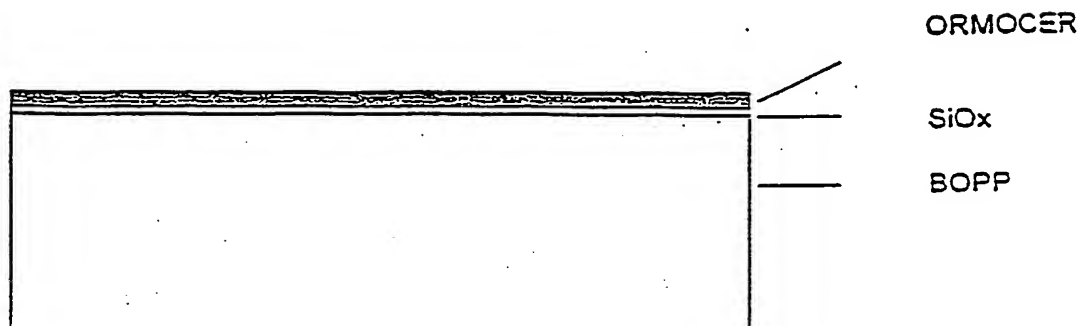
Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

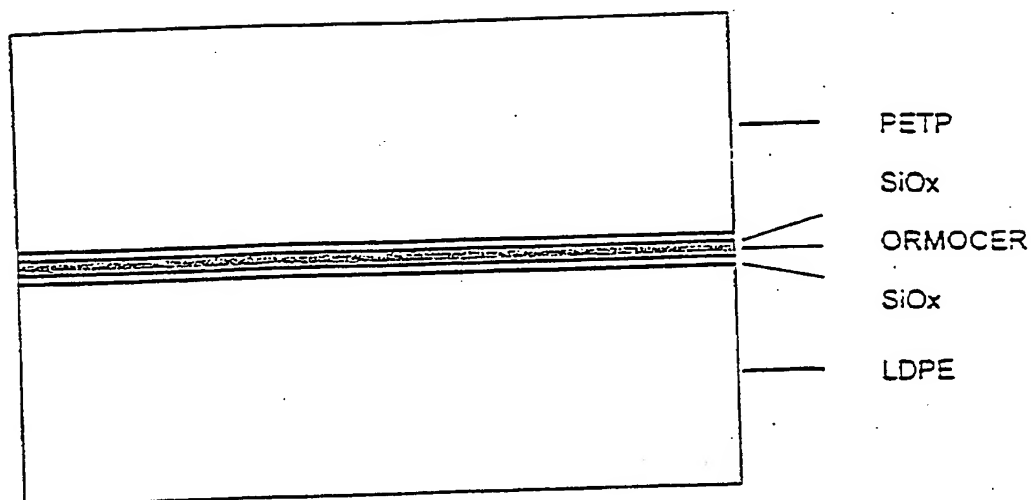
BEST AVAILABLE COPY



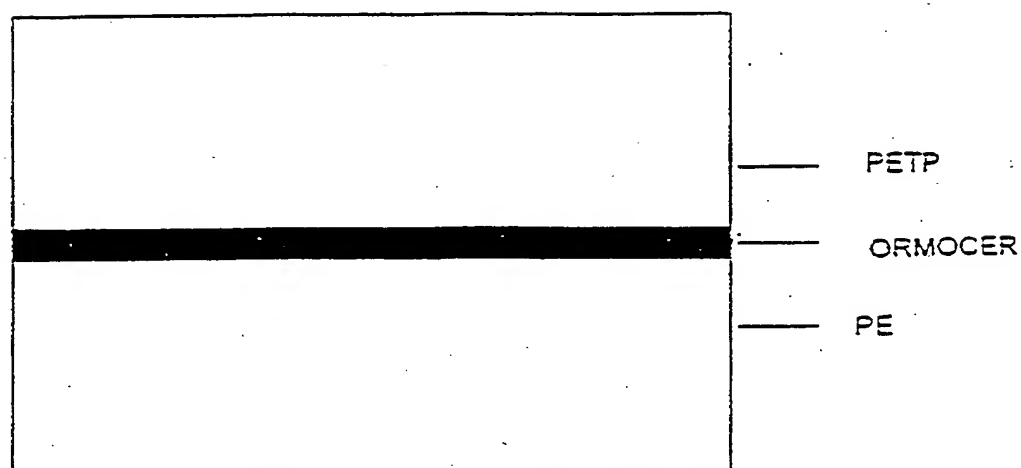
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4